

Olga A. Isachkova,
ScD(Agriculture), sciences researcher;

Boris L. Ganichev,
laboratory head,
State Scientific Institution
Kemerovo Research Institute of Agriculture
of the Russian Agricultural Academy

Morphological and Biological Features of the Panicle Variety Naked Oats

Key words: naked oats, collection, source, panicle, productivity of panicle, grain content.

Annotation: In the article was cited the study results of the morphological and biological parameters (length of panicle, number of spikelets, number of flowers, number of grains, grain mass in the panicle aristulate grains appearance) 230 samples of naked oats VIR world-wide collection. The nature of characters variation and their relationships was analyzed. The sources were determined both on individual morphological and biological signs, and on their complex presenting the practical interest for breeding.

Овес – одна из наиболее распространенных и важных зерновых культур возделываемых в Российской Федерации. Основные посевы сосредоточены в Центральном районе Нечерноземной зоны, Волго-Вятском регионе, Сибири, на Урале, Дальнем Востоке. Широкий ареал культуры связан с богатством экотипов овса и его хорошей приспособляемостью к условиям возделывания (1),(2).

Все большее значение для сельскохозяйственного производства и перерабатывающей промышленности приобретает голозерный овес. Интерес к голозерным сортам овса объясняется, высоким содержанием витаминов, макро- и микроэлементов пищевых веществ, сочетанием в его составе высокой концентрации энергии и белковых веществ, при максимально низком уровне сырой клетчатки. Кроме того, голозерный овёс характеризуется максимальной концентрацией лизина и метионина. Снижение концентрации клетчатки в голозерном овсе зафиксировано до уровня 2,75 % (3),(4),(5). При переработке на пищевые продукты выход готовой продукции увеличивается на 20-25 %; при кормлении голозерным овсом денежный доход на каждом килограмме прироста живой массы поросят выше на 3,0-3,5 % по сравнению с шелушенным овсом; включение в рационы кур-несушек до 40 % голозерного овса обеспечивает дополнительную прибыль и позволяет заменить в рационах часть дефицитного зерна кукурузы и пшеницы (6),(7),(8).

Незначительные масштабы использования голозерных сортов овса в современном производстве связаны с наличием у данной культуры ряда недостатков, требующих серьезных селекционных исследований, в том числе более низкая, по сравнению с пленчатыми формами урожайность. Потенциал современных сортов голозерного овса находится на уровне 3,0-5,0 т/га, что составляет 65-80 % по отношению к пленчатым сортам (9). Однако рядом авторов показана возможность создания сортов голозерного овса с урожаем зерна на уровне пленчатых сортов (10).

Новые сорта голозерного овса должны обладать значительной потенциальной продуктивностью, способностью максимально ее реализовать в условиях интенсивной агротехники и высокой пластичностью, обеспечивающей устойчивые урожаи. И в первую очередь это зависит от величины метелки, числа колосков и зерен в метелке (11),(12),(13).

Целью данных исследований являлось изучение морфобиологических особенностей метелки 230 образцов голозерного овса мировой коллекции ВИР.

Условия, материалы и методы. Исследования проводились с 2008 по 2011 гг. в ГНУ Кемеровский НИИСХ Россельхозакадемии. Коллекционный питомник высевался в первой, второй декаде мая, площадь делянки 1 м², повторность однократная, норма высева 500 шт./м² всхожих зерен, размещение делянок систематическое. В качестве стандарта использован сорт Левша, который размещали через 20 номеров. Посев и уборка питомника осуществлялись вручную. Метеорологические условия в период исследований отличались нестабильностью по годам и в пределах одной вегетации. В 2008 году наблюдался дефицит влаги в мае (ГТК = 0,6) и обильные осадки в августе (ГТК = 1,7). 2009 год характеризовался как переувлажненный (ГТК = 2,1) с обильными осадками в мае-июне (ГТК = 1,37-2,45) и близкими к норме в июле-августе. В 2010 году отмечен недобор положительных температур (-84⁰С к среднемноголетним показателям), отсутствием осадков в мае-июне (ГТК-0,5) и переувлажнением в июле-августе (ГТК-2,6). Вегетационный период голозерного овса в 2011 году сопровождался стабильно высокими температурами воздуха с резким недостатком влаги в мае-июле (ГТК = 1,0). Учеты и наблюдения проводились согласно методическим указаниям по изучению мировой коллекции ячменя и овса (14), международному классификатору СЭВ рода *Avena* L. (15). Статистическая обработка экспериментальных данных проводилась по Б.А. Доспехову (16) с помощью пакета прикладных программ «SNEDEKOR» (17).

Результаты и обсуждение. Изучение взаимосвязи между урожайностью и элементами ее структуры показало, что вклад отдельных элементов продуктивности метелки в повышение урожайности весьма значительный. Главную роль в формировании продуктивности метелки играют: ее длина ($r = 0,29...0,75$), число колосков ($r = 0,22...0,69$), число цветков ($r = 0,36...0,58$) и число зерен ($r = 0,52...0,77$).

Данные показатели зависят от метеорологических условий в период формирования метелки (фазы кущение, выход в трубку, цветение). Коэффициенты корреляции между длиной метелки, числом колосков, числом цветков, числом зерен в метелке и гидротермическим коэффициентом в данный период равны 0,85...0,99. Сухая жаркая погода в данный период может способствовать массовой гибели пыльцы и, как

следствие, резко снизить озерненность метелки и урожайность сортов. Однако обильные осадки в фазу молочно-восковой спелости негативно влияют на растения голозерного овса, так как вызывают полегание растений, ухудшение показателей продуктивности метелки, удлиняют период созревания зерна.

Длина метелки является одним из основополагающих элементов урожайности, от которого зависит формирование органов, составляющих продуктивность сорта ($r = 0,29...0,75$). В среднем за 2008-2011 гг. длина метелки варьировала от 10,2 см до 24,8 см в зависимости от сорта ($V = 11,5 \%$). В 2008 году длина метелки составила 10,7-25,2 см, в 2009 году – 11,2-28,6 см, в 2010 году – 9,7-22,0 см, в 2011 году – 9,1-23,5 см.

Выявлена зависимость длины метелки образцов голозерного овса от высоты растения ($r = 0,21...0,68$). Короткая метелка 12,6-13,6 см характерна для образцов с высотой растений 60-80 см. Метелки средней длины 16,0-17,8 см образуются у среднерослых (82-95 см) и средневысоких (96-110 см) сортов. Образцы с длиной метелки более 20,0 см принадлежат высокорослой группе (111-120 см).

Отмечено, что с увеличением высоты растения повышается длина метелки, число и длина междоузлий. Для форм имеющих короткую метелку характерно меньшее число междоузлий (4,8 шт.) со средней длиной одного междоузлия 2,6 см. Как правило, такие метелки компактные, сжатые. У высокорослых образцов с метелкой 20,3 см число междоузлий составило 5,7 шт., а средняя длина одного междоузлия увеличилась до 3,6 см. Метелки таких сортов очень рыхлые, раскидистые.

При анализе коллекционных образцов голозерного овса выделены сорта с очень длинной метелкой (> 20 см) из России, США и Китая, которые также отличаются большим числом междоузлий метелки 5,4-6,4 шт.: к-2351, к-5321, к-10835, к-11012, к-14765, к-14955. У стандартного сорта Левша (к-15014) длина метелки в среднем за годы изучения составила 16,2 см с числом междоузлий 5,2 шт.

Выделенные образцы к-2351, к-5321, к-7776, к-10835, к-14765 и к-14955 относятся к группе средневысоких, а образцы к-7772 и к-11012 к группе высокорослых сортов.

Число колосков в метелке является одним из важнейших составляющих продуктивности ($r = 0,22...0,69$), имеющим зависимость, как и другие показатели продуктивности, от метеорологических условий. Среднее значение числа колосков в метелке по коллекции голозерного овса за годы исследований составило 15,6-28,3 шт. ($V = 29,0 \%$).

Наибольшее число колосков отмечено в 2009 году (13,3-51,6 шт.), когда период формирования генеративных органов (фаза кущения) проходил в благоприятных погодных условиях ($ГТК = 1,37$). Меньшие показатели числа колосков выявлены в 2010 году (7,3-39,7 шт.) с засушливым первым периодом вегетации ($ГТК = 0,31-0,46$) и переувлажненным вторым периодом ($ГТК = 2,58$). Засушливые условия в фазу всходы-выметывание в 2011 году также снизили данный показатель (6,2-41,2 шт.).

Показатель количества колосков является важным звеном в структуре метелки, так как определяет ее плотность. Выделены образцы с числом колосков в метелке более 30,0 шт. и плотностью метелки 1,5-1,9 шт./см: к-2351, к-7776, к-10765, к-11655, к-12563, к-14497, к-14498, к-14551, к-14601, к-14955, к-15011, к-15116, к-15133, к-15194.

Из представленных образцов большей плотностью метелки (1,9 шт./см) отличаются сорта к-14498, к-14551, к-15116, к-15194. Семенная продуктивность выделенных образцов составила от 100 до 290 г/м². Наибольшую урожайность (306-381 г/м²) сформировали образцы с числом колосков в метелке 20,0-29,0 шт.

Число колосков в метелке связано с таким показателем как **число цветков в метелке** ($r = 0,62...0,95$). Так как голозерный овес – культура многоцветковая, число цветков в метелке является показателем, в большой степени определяющим продуктивность метелки и всего сорта в целом. Данный показатель имеет высокую вариабельность ($V = 34,3 \%$), определяется сортовыми особенностями и подвержен влиянию метеорологических факторов. В зависимости от года число цветков в метелке составило 43,3-96,6 шт.

В 2008 году среднее число цветков в одном колоске составило 3,5 шт., однако озерненность колоска была низкой – 48,7 %, в связи с высокой температурой воздуха и дефицитом влаги в почве и воздухе в период цветения голозерного овса (ГТК = 0,29), что способствовало массовой гибели пыльцы. Большое число цветков за годы исследований было сформировано на растении в 2009 году (38,9-184,9 шт.) при благоприятных для голозерного овса метеорологических условиях. Среднее число цветков в колоске составило 3,4 шт. с озерненностью 62,1 %. Избыточное увлажнение с понижением среднесуточных температур в 2010 г. в период выметывание-созревание оказали негативное влияние на формирование цветков. Среднее число цветков в колоске составило 2,8 шт. с озерненностью 46,7 %. Недостаток влаги в период всходы-выметывание 2011 года также ограничил завязываемость цветков в метелке (14,3-146,0) при снижении количества колосков (17,9 шт.). Но при этом увеличилось число цветков в колоске (3,7 шт.), чему благоприятствовали невысокие температуры воздуха и обилие осадков первой декады июля (ГТК = 2,09), способствующие вторичному цветению. Тем не менее, это не повлияло на завязываемость, озерненность колоска в среднем по питомнику составила 60,1 %. Большое число цветков в метелке в этот год оказалась стерильными. Замечено, что колоски с большим числом цветков, не всегда имеют высокий процент озерненности. Так у сортов с числом цветков в колоске менее 3,0 шт. озерненность колоска составила в среднем 57,4 %, с числом цветков 3,0-4,0 шт. – 54,5 %, с числом цветков более 4,0 шт. – 55 %. Многоцветковые колоски характерны для образцов: к-8646 – 4,1 шт., к-10269 – 5,0 шт., к-14437 – 4,2 шт., к-14533 – 4,8 шт., к-14594 – 4,1 шт., к-14720 – 4,1 шт., к-14765 – 4,8 шт.

Выделены образцы с большим числом цветков в метелке (более 100 шт.) из России, США, Китая, Великобритании, Финляндии, южно-европейских стран: к-8646, к-11213, к-14650, к-14935, к-14945, к-14962, а также с высокой озерненностью колоска (70,3-73,6 %) из Финляндии и стран Европы: к-2351, к-7776, к-11655, к-14182, к-14498, к-14551, к-14765, к-14955, к-15116, к-15133, к-15192. Большой процент озерненности колоска и метелки в целом характерен для образцов с числом цветков в метелке от 62 до 100-120 шт. и числом цветков в колоске 3-5 шт.

Наряду с показателями числа колосков и числа цветков в метелке, продуктивность последней определяет **число зерен**, которое зависит от длины метелки

($r = 0,19 \dots 0,61$) и числа ее междоузлий ($r = 0,12 \dots 0,61$), числа колосков ($r = 0,12 \dots 0,80$), числа цветков ($r = 0,08 \dots 0,83$) в метелке.

Число зерен в метелке является значительно варьирующим признаком ($V = 39,8$ %). В разные годы число зерен изменялось от очень низкого (6,0-12,2 шт.) до очень высокого (82,0-127,4 шт.) значения. В результате ранжирования коллекции по числу зерен в метелке 4 образца вошли в группу с очень малоозерненной метелкой (менее 20,0 шт.); 87 образцов отнесены к сортам с малоозерненной метелкой (20,1-40,0 шт.); 133 образца вошли в группу со среднеозерненной метелкой (40,1-60,0 шт.); и только 6 образцов имели метелку с большим числом зерен (более 60,1 шт.).

Большая озерненность метелки наблюдалась в 2009 году (22,0-127,4 шт.) вследствие благоприятных для голозерного овса метеорологических условий. В 2010 году все сорта в коллекционном питомнике снизили озерненность до 6,0-49,1 шт. из-за засушливых условий ($ГТК = 0,5$) в период формирования генеративных органов (фаза кущения), $r = 0,94$.

Из проанализированных сортов по числу зерен в метелке более 60,0 шт. выделились образцы: к-11494 – 60,6 шт., к-14498 – 61,4 шт., к-14962 – 69,3 шт., к-15043 – 60,4 шт., к-15116 – 67,3 шт.

Для голозерного овса характерен такой сортовой признак, **как выщепление пленчатых зерен**. Признак имеет среднюю степень изменчивости ($V = 21,1$ %), в зависимости от сорта и года выращивания процент выщепления может составлять от 0,0 до 79,0 %. В 2008 году выщепление пленчатых зерен в среднем по питомнику составило 3,7 %, в 2009 году – 4,8 %, в 2010 году – 4,4 % в 2011 году – 2,9 %.

Выявлено, что признак сильнее проявляется в годы с непродолжительным межфазным периодом всходы-выметывание ($r = -0,16 \dots -0,25$) и удлиненным периодом выметывание-созревание ($r = 0,13 \dots 0,42$) при условии невысоких среднесуточных температур воздуха и достаточного увлажнения в фазу всходы-выметывание ($r = 0,99$).

Большой процент выщепления пленчатых зерен отмечен в 2009 году (0,0-79,0 %) у образцов с более высокой урожайностью, $r = 0,62$. Меньший процент выщепления пленчатых зерен наблюдался в засушливом 2011 году (0,0-63,5 %).

В целом за годы изучения коллекции у 15 образцов выщепления пленчатых зерен не выявлено; у 169 образцов процент выщепления составил от 0,1 до 5,0 %; у 25 образцов – 5,1-10,0 %; у 17 образцов – 10,1-25,0 %; 4 образца имели выщепление пленчатых зерен более 25 %.

Для селекции голозерного овса важны генотипы с полным доминированием голозерности. Преимущественно это староместные сорта из США, Китая и Монголии: к-1796, к-1798, к-1932, к- 2472, к-10093, к-10207, к-10246, к-14616, а также современные: к-14683, к-15043, к-15220. Очень большое выщепление пленчатых зерен (более 25 %) присуще сортам селекции последних десятилетий из Бельгии, США и Канады: к-12305, к-12739, к-14610, к-15085 при возможном использовании в скрещиваниях пленчатых сортов.

Отсутствие пленчатых зерен характерно для мелкозерных сортов с большим числом цветков в колоске, высокий процент пленчатых зерен наблюдается у сортов с

числом цветков в колоске менее 3,0 шт. Это обусловлено тем, что признак голозерности у овса коррелирует с многоцветковостью колоска ($r = -0,11 \dots -0,43$).

При использовании выделенных образцов в практической селекции можно снизить выщепление пленчатых зерен до очень низкого уровня либо локализовать пленчатые зерна нижним цветком в колоске, что позволит легко отделить их при подработке на триерах.

Масса зерна с главной метелки. Все ранее приведенные показатели структуры метелки обуславливают ее продуктивность, в большей степени она зависит от числа зерен в метелке. За все годы изучения между озерненностью и массой зерна с метелки наблюдались высокие коэффициенты корреляции ($r = 0,52, 0,69, 0,71, 0,77$).

Большая масса зерна с метелки получена в 2009 году (0,14-3,41 г) за счет высоких показателей структуры метелки (длины, числа междоузлий, числа колосков, числа зерен) сформированных в этот год с благоприятными для роста и развития растений голозерного овса метеорологическими условиями. При неблагоприятных погодных условиях 2010 года получены очень низкие значения продуктивности метелки (0,10-1,01 г) и составляющих ее элементов. В 2008 и 2011 годах масса зерна с метелки не превышала средних значений (0,25-1,98 г и 0,29-2,11 г соответственно).

Наибольшей продуктивностью метелки 1,50-1,76 г характеризовались сорта: к-11494, к-14498, к-14601, к-14364, к-14683, к-15011, к-14919, к-14962, к-15084. Масса зерна с метелки у стандартного сорта Левша (к-15014) в среднем составила 1,09 г.

Значительную ценность для селекции представляют сорта, сочетающие в себе ряд лучших биологических и морфологических показателей метелки. Такие сорта при использовании в скрещиваниях не повлекут за собой нежелательных признаков. Наиболее благоприятное сочетание элементов продуктивности метелки отмечено у образцов из России, США, Греции, Норвегии, Великобритании, Китая, Югославии, и Болгарии: к-2351, к-7776, к-11494, к-11655, к-12563, к-14498, к-14601, к-14683, к-14955, к-14962, к-15011, к-15116, к-15194. Данные сорта могут быть включены в программу скрещиваний для улучшения показателей продуктивности растения и сорта в целом.

Выводы. Изучение обширного коллекционного материала голозерного овса показало, что продуктивность отдельного растения и всего сорта в целом определяется длиной метелки, числом колосков, числом цветков и числом зерен в метелке и в значительной степени зависит от складывающихся метеорологических условий вегетационного периода. Выделены источники как по отдельным морфобиологическим показателям метелки, так и по комплексу признаков.

Используя выделенные образцы в практической селекции, возможно повысить продуктивность растений, озерненность метелки, снизить процент выщепления пленчатых зерен. Знание о характере изменчивости признаков, их взаимосвязей позволит увеличить эффективность отбора уникальных генотипов и более целенаправленно проводить селекцию на продуктивность.

References:

1. Batalova GA. *Oats. Technology of cultivation and breeding.* Kirov: Agricultural Research Institute of the North-East; 2000; 206.

2. *Encyclopedia of Biodiversity (Second Edition)*; 2001; 547-851.
3. Volkova OV, Biryukov MM. Naked oats – promising raw material for confectionery of industry: *Agrofood policy of Russia*, 9; 2013; 46-47.
4. Peterson DM. 2001. Oat Antioxidants: *Journal of Cereal Science*: 33(2); 2001; 115-129.
5. Arendt EK, Zannini E. 2013. Oats: *Cereal Grains for the Food and Beverage Industries*; 2013; 243-283.
6. Dadashko V, Romashko A, Morhat I. Naked oats – highly nourishing food for hens: *Poultry raising*; 5; 2003; 6-8.
7. Khaletskiy SP. Use of genetic resources in breeding oats in Belarus. *Works of Applied Botany, Genetics and Plant Breeding*. St. Petersburg: WRI; T. 165; 2009; 126-130.
8. Brand TS, van der Merwe JP. Naked oats (*Avena nuda*) as a substitute for maize in diets weanling and grower-finisher pigs: *Animal Feed Science and Technology: Volume 57, Issues 1(2)*; 1996; 139-147
9. Batalova GA. Yield formation and quality of oat grain: *Achievements of science and engineering AIC*, 11; 2010; 10-13.
10. Nermak B. Comparison of grain yield and nutritive value of naked and husked oats: *Agricultural*, 66; 1998; 90-98.
11. Kozlenko LV. Identification of donor adaptability attractions and microdistribution plastics in oats: *Mark varieties of grain crops for adaptability and other polygenic systems*, ed. V.A. Dragavtseva; 2002; 53-72.
12. Legoschin KV, Svirikova SV. Oat varieties, valuable for complex traits and properties. *Genetic resources of cultivated plants in the XXI century: status, problems and prospects (issue Abstracts Vavilov II Intern. conf. St. Petersburg., November 26-30, 2007)*, St. Petersburg; WRI, pp: 2007; 94-96.
13. Kremkova LA, Loshak IF. 1982. Using a collection of oats VIR in northwestern selection centre: *Works of Applied Botany, Genetics and Plant Breeding (issue T. 73)*. Leningrad, VIR; 1982; 118-121.
14. *Methodological guidance on the study of world collection of barley and oats*. Leningrad: VIR; 1981; 30.
15. *The international comecon list of descriptors for the genus Avena L*. Leningrad: VIR; 1984; 46.
16. Dospheov BA. *Technique of field experience*. Moscow; 1985; 352.
17. Sorokin OD. *Applied statistics on the computer*. Novosibirsk; 2004; 162.